

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-171606

(43)Date of publication of application : 14.06.2002

(51)Int.Cl.

B60L 11/14  
H01M 10/44  
H02J 7/00

(21)Application number : 2000-361636

(71)Applicant : TOSHIBA CORP  
HINO MOTORS LTD

(22)Date of filing : 28.11.2000

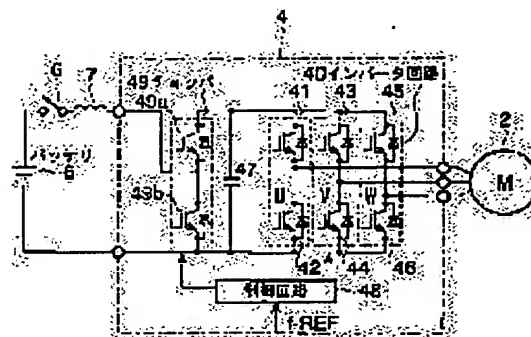
(72)Inventor : TAKAMURA HARUHISA  
ICHIKAWA KOSAKU  
HIJIKATA SADAHITO  
SHIMIZU KUNITOSHI

## (54) INVERTER SYSTEM FOR HYBRID VEHICLE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve efficiency of an inverter and to abate a noise from a three-phase alternator.

**SOLUTION:** An inverter system for a hybrid vehicle is equipped with the three-phase alternator 2 connected to an internal combustion engine 1, a rechargeable secondary battery 5, a step-up and step-down chopper circuit 49 which step up an output voltage of the secondary battery 5 to a desired DC voltage through a reactor 7 or step down the DC voltage to the voltage of the secondary battery 5, an inverter circuit 40 which converts an output voltage of the step-up and step-down chopper circuit 49 to AC and supplies the AC to the three-phase alternator for driving, and a control circuit 48 which controls the step-up and step-down chopper circuit 49 and the inverter circuit 40. The inverter system also control the three-phase alternator 2 with the inverter circuit 40 so that the stored energy of the secondary battery 5 assists the toque of the internal combustion engine 1 when the vehicle starts and accelerators. In this system, a control circuit 48 is equipped with a control means which stops step-up action of the step-up and step-down chopper circuit 49 when the three-phase alternator is at a predetermined speed or less and makes the inverter circuit 40 perform PWM controlling action by almost equalizing the DC voltage to the voltage of the secondary battery 5.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

**[Claim 1]** The three-phase-alternating-current machine combined with internal combustion engines, such as a gasoline engine and a diesel power plant, Rechargeable batteries, such as a battery in which charge and discharge are possible, and the step-down and step-up chopper circuit which lowers the pressure of a pressure up and direct current voltage for the output voltage from said rechargeable battery to desired direct current voltage through the reactor for energy-absorbing to said rechargeable battery electrical potential difference, The inverter circuit which comes to carry out bridge connection of the semiconductor device, changes the output voltage from said step-down and step-up chopper circuit into an alternating current, supplies the alternating voltage concerned to said three-phase-alternating-current machine, and drives it, Have the control circuit which controls said step-down and step-up chopper circuit and said inverter circuit, and it is constituted. In the inverter system for hybrid cars which controlled said three-phase-alternating-current machine by said inverter circuit to carry out the torque assistance of said internal combustion engine with the accumulation-of-electricity energy of said rechargeable battery at the time of start acceleration When said three-phase-alternating-current machine is below a predetermined rate, pressure-up actuation of said step-down and step-up chopper circuit is suspended. The inverter system for hybrid cars characterized by equipping said control circuit with a means to control to make direct current voltage almost equal to said rechargeable battery electrical potential difference, and to carry out PWM control action of said inverter circuit.

**[Claim 2]** The three-phase-alternating-current machine combined with internal combustion engines, such as a gasoline engine and a diesel power plant, Rechargeable batteries, such as a battery in which charge and discharge are possible, and the step-down and step-up chopper circuit which lowers the pressure of a pressure up and direct current voltage for the output voltage from said rechargeable battery to desired direct current voltage through the reactor for energy-absorbing to said rechargeable battery electrical potential difference, The inverter circuit which comes to carry out bridge connection of the semiconductor device, changes the output voltage from said step-down and step-up chopper circuit into an alternating current, supplies the alternating voltage concerned to said three-phase-alternating-current machine, and drives it, Have the control circuit which controls said step-down and step-up chopper circuit and said inverter circuit, and it is constituted. In the inverter system for hybrid cars which controlled said three-phase-alternating-current machine by said inverter circuit to carry out the torque assistance of said internal combustion engine with the accumulation-of-electricity energy of said rechargeable battery at the time of start acceleration When said three-phase-alternating-current machine is operated by the idling operational status of the minimum rate, said internal combustion engine The inverter system for hybrid cars characterized by equipping said control circuit with a means to control to suspend pressure-up actuation of said step-down and step-up chopper circuit, to make direct current voltage almost equal to said rechargeable battery electrical potential difference, and to carry out PWM control action of said inverter circuit.

**[Claim 3]** The three-phase-alternating-current machine combined with internal combustion engines, such as a gasoline engine and a diesel power plant, Rechargeable batteries, such as a battery in which charge and discharge are possible, and the step-down and step-up chopper circuit which lowers the pressure of a pressure up and direct current voltage for the output voltage from said rechargeable battery to desired direct current voltage through the reactor for energy-absorbing to said rechargeable battery electrical potential difference, The inverter circuit which comes to carry out bridge connection of the semiconductor device, changes the output voltage from said step-down and step-up chopper circuit into an alternating current, supplies the alternating

voltage concerned to said three-phase-alternating-current machine, and drives it, Have the control circuit which controls said step-down and step-up chopper circuit and said inverter circuit, and it is constituted. In the inverter system for hybrid cars which controlled said three-phase-alternating-current machine by said inverter circuit to carry out the torque assistance of said internal combustion engine with the accumulation-of-electricity energy of said rechargeable battery at the time of start acceleration When said internal combustion engine is the idling operational status of the minimum rate, pressure-up actuation of said step-down and step-up chopper is suspended. The inverter system for hybrid cars characterized by equipping said control circuit with a means to lower the PWM control frequency of said inverter circuit to the frequency corresponding to said idling operating speed, and to control to carry out PWM actuation.

[Claim 4] The inverter system for hybrid cars characterized by making it modulate the PWM control frequency of said inverter circuit in the shape of a sine wave with a predetermined period in a predetermined frequency range in said inverter system for hybrid cars according to claim 1 or 2.

[Claim 5] The inverter system for hybrid cars characterized by making it modulate the PWM control frequency of said inverter circuit in random number in a predetermined frequency range in said inverter system for hybrid cars according to claim 1 or 2.

[Claim 6] In the inverter system for hybrid cars given in any 1 term of said claim 1 thru/or claim 5 Add a rotational frequency detection means to detect said internal combustion engine's rotational frequency, and it is based on an output signal from said rotational frequency detection means. The inverter system for hybrid cars characterized by equipping said control circuit with a means to control to stop pressure-up actuation of said step-down and step-up chopper circuit when said three-phase-alternating-current machine distinguishes that they are below a predetermined rate or idling operational status.

[Claim 7] The inverter system for hybrid cars characterized by becoming irregular so that the amplitude may be narrowed with the increment in a rate of said three-phase-alternating-current machine in said inverter system for hybrid cars according to claim 4 or 5 when modulating the PWM control frequency of said inverter circuit in a predetermined frequency range.

[Claim 8] As a three-phase-alternating-current machine combined with said internal combustion engine in the inverter system for hybrid cars given in any 1 term of said claim 1 thru/or claim 7, it is the inverter system for hybrid cars characterized by using an induction motor or a synchronous motor.

[Claim 9] The inverter system for hybrid cars characterized by equipping said control circuit with the means which it controls as said inverter circuit controls either power running, regeneration operation or excitation operation when PWM control action of said inverter circuit is carried out and electric power is supplied to said three-phase-alternating-current machine in the inverter system for hybrid cars given in any 1 term of said claim 1 thru/or claim 7.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the inverter system for hybrid cars which is applied to the inverter system used for the hybrid car which used together internal combustion engines, such as a gasoline engine and a diesel power plant, and the electric drive which made rechargeable batteries, such as a battery, the energy source, especially was made to realize the improvement in effectiveness of an inverter, and the noise reduction of a three-phase-alternating-current machine.

[0002]

[Description of the Prior Art] Recently, it has appealed for the spread of the so-called electric vehicles which drives an automobile with a three-phase-alternating-current machine by making rechargeable batteries, such as a battery, into an energy source instead of an internal combustion engine as a cure which improves the air pollution by the exhaust gas of the automobile using internal combustion engines, such as a gasoline engine and a diesel power plant, globally.

[0003] however, this electric vehicle has the short mileage in one fuel restoration, and the spread of fuel supply equipment is required for it -- etc. -- it has the problem.

[0004] So, recently, in order to solve such a problem, the hybrid car which used the electric drive together has attracted attention.

[0005] A mechanical component links a three-phase-alternating-current machine with an internal combustion engine directly, and is constituted, and he is trying to drive a wheel through transmission in the hybrid car which used together this kind of electric drive.

[0006] Moreover, a three-phase-alternating-current machine is controlled by the inverter, and he performs torque assistance, energy regeneration, an internal combustion engine's starting, and electric braking, and is trying to use a rechargeable battery as a power source and an energy source.

[0007] That is, at the time of start acceleration, a three-phase-alternating-current machine is controlled by the inverter, and exhaust gas reduction of an internal combustion engine is performed so that the torque assistance of the internal combustion engine may be carried out with the accumulation-of-electricity energy of a rechargeable battery.

[0008] Moreover, at the time of halt braking, regeneration operation of the three-phase-alternating-current machine is carried out by control of an inverter, and the inertia energy of a car is stored electricity at a rechargeable battery.

[0009] Thereby, energy balance is maintained with energy saving and it is made to realize low-pollution-izing and a fuel consumption improvement of exhaust gas.

[0010] Drawing 8 is the schematic diagram showing the fundamental example of a configuration of the mechanical component of this kind of hybrid car.

[0011] The mechanical component of a hybrid car is constituted by the internal combustion engines 1, such as a gasoline engine and a diesel power plant, and the three-phase-alternating-current machine 2 linking directly to this internal combustion engine 1, and he is trying to drive a wheel through transmission 3 in drawing 8.

[0012] Moreover, the three-phase-alternating-current machine 2 is controlled by the inverter 4, performs torque assistance, energy regeneration, an internal combustion engine's 1 starting, and electric braking, and is using the rechargeable batteries 5, such as a battery, as a power source and an energy source.

[0013] Drawing 9 is the circuit diagram showing the conventional example of the inverter structure of a system

used for this kind of hybrid car, and attaches and shows the same sign to the same element as drawing 8 .

[0014] In drawing 9 , the inverter system for hybrid cars changes into an alternating current the output voltage of the three-phase-alternating-current machine 2 combined with the above-mentioned internal combustion engine 1, the rechargeable batteries 5, such as a battery in which charge and discharge are possible, and this rechargeable battery 5 through a switch 6, and consists of inverters 4 which supply this alternating voltage to the three-phase-alternating-current machine 2, and drive it.

[0015] Moreover, the inverter 4 consists of the inverter circuit 40 which carried out bridge connection of two or more semiconductor devices 41-46, a direct-current capacitor 47 for smooth, and a control circuit 48 which controls an inverter circuit 40.

[0016] And the three-phase-alternating-current machine 2 is controlled by the inverter circuit 40 to carry out the torque assistance of the internal combustion engine 1 with the accumulation-of-electricity energy of a rechargeable battery 5 at the time of start acceleration of a hybrid car.

[0017] By the way, in such an inverter system for hybrid cars, there are needs of a capacity rise of a system and improvement in the drive power of the three-phase-alternating-current machine 2 and improvement in regeneration power are needed in recent years.

[0018] In order that the conventional three-phase-alternating-current machine 2 may not increase a current since a current increases with capacity increase and the appearance of the three-phase-alternating-current machine 2 becomes large, although rated voltage is the three-phase-alternating-current machine of AC200V system, but it may raise capacity, the approach of making an electrical potential difference AC400V system is adopted.

[0019] Although carrying out PWM control action of the inverter, and performing current control of the three-phase-alternating-current machine 2 generally is performed, in order to output AC400V, it is necessary to make direct current voltage into about 600V.

[0020] However, in order to obtain the direct current voltage of 600V with a rechargeable battery 5, it is necessary to connect 12V dc-battery to an about 50-piece serial, and the tooth space and weight in the case of carrying in a car pose a problem.

[0021] Then, the approach proposed recently is an approach of preparing a pressure-up chopper circuit which is indicated by "JP,6-245332,A."

[0022] The direct current voltage of hope can be obtained by this approach, without increasing the number of rechargeable battery 5 electrical potential difference, i.e., a dc-battery.

[0023] And in order to take the drive power of the three-phase-alternating-current machine 2, and large regeneration power, the method of preparing the step-down and step-up chopper circuit which specifically has the function which carries out the pressure up of the rechargeable battery 5 electrical potential difference, and the function which lowers the pressure of direct current voltage on rechargeable battery 5 electrical potential difference is effective.

[0024]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the purpose of improvement in the drive power of the three-phase-alternating-current machine 2 and improvement in regeneration power can be attained by preparing a step-down and step-up chopper circuit Also in the time of the internal combustion engine's 1 minimum standby operational status, i.e., an idling condition Since the pressure-up chopper of a step-down and step-up chopper circuit is operated, loss of the semiconductor device of a step-down and step-up chopper circuit is large, and when direct current voltage is high, the switching loss of an inverter circuit 40 will also be large, and decline in the effectiveness of the whole inverter will be caused.

[0025] moreover, the case where PWM control action is carried out on a low electrical potential difference when PWM control action of the inverter circuit 40 was carried out on the high electrical potential difference -- a ratio -- BE \*\* and three-phase-alternating-current machine 2 loss also become large.

[0026] Furthermore, the problem that the magnetic noise of the three-phase-alternating-current machine 2 equivalent to the PWM control frequency of an inverter circuit 40 becomes large, and the engine sound of a car and a heterogeneous magnetic sound become jarring occurs.

[0027] The purpose of this invention is to offer the inverter system for hybrid cars of the high-reliability which can plan the improvement in effectiveness of an inverter, and the noise reduction of a three-phase-alternating-current machine.

[0028]

[Means for Solving the Problem] The three-phase-alternating-current machine combined with internal combustion engines, such as a gasoline engine and a diesel power plant, in order to attain the above-mentioned purpose, Rechargeable batteries, such as a battery in which charge and discharge are possible, and the step-down and step-up chopper circuit which lowers the pressure of a pressure up and direct current voltage for the output voltage from the rechargeable battery concerned to desired direct current voltage through the reactor for energy-absorbing to a rechargeable battery electrical potential difference, The inverter circuit which comes to carry out bridge connection of the semiconductor device, changes the output voltage from a step-down and step-up chopper circuit into an alternating current, supplies the alternating voltage concerned to a three-phase-alternating-current machine, and drives it, Have the control circuit which controls a step-down and step-up chopper circuit and a circuit, and it is constituted. In the inverter system for hybrid cars which controlled the 3 inverter phase AC machine by the inverter circuit to carry out the torque assistance of the internal combustion engine with the accumulation-of-electricity energy of a rechargeable battery at the time of start acceleration In invention corresponding to claim 1, when a three-phase-alternating-current machine is below a predetermined rate, the control circuit is equipped with a means to control to suspend pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper circuit, to make direct current voltage almost equal to a rechargeable battery electrical potential difference, and to carry out PWM control action of the inverter circuit.

[0029] Therefore, it sets to the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to claim 1. By suspending pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper circuit, namely, stopping chopping actuation, and making it flow only through the semiconductor device of an upper arm continuously, when a three-phase-alternating-current machine is below a predetermined rate While loss of an inverter can be reduced and effectiveness can be improved by making direct current voltage almost equal to a rechargeable battery electrical potential difference, carrying out PWM control action of the inverter circuit, and supplying electric power to a three-phase-alternating-current machine, the noise (magnetic sound) of a three-phase-alternating-current machine can also be reduced.

[0030] Moreover, the control circuit is equipped with a means to control by invention corresponding to claim 2 so that an internal combustion engine suspends pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper circuit, makes direct current voltage almost equal to a rechargeable battery electrical potential difference and does PWM control action of the inverter circuit, when the three-phase-alternating-current machine is operated by the idling operational status of the minimum rate.

[0031] Therefore, it sets to the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to claim 2. When the three-phase-alternating-current machine is operated by the idling operational status of the minimum rate, an internal combustion engine By suspending pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper circuit, making direct current voltage almost equal to a rechargeable battery electrical potential difference, carrying out PWM control action of the inverter circuit, and supplying electric power to a three-phase-alternating-current machine While loss of the inverter at the time of the idling condition which a car is stopping can be reduced and effectiveness can be improved, the RF MAG sound of an inverter proper can also be reduced.

[0032] Furthermore, in invention corresponding to claim 3, when an internal combustion engine is the idling operational status of the minimum rate, pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper was suspended, and the control circuit is equipped with a means to lower the PWM control frequency of an inverter circuit to the frequency corresponding to an idling operating speed, and to control to carry out PWM actuation.

[0033] Therefore, in the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to claim 3, when an internal combustion engine is the idling operational status of the minimum rate, pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper can be suspended, the PWM control frequency of an inverter circuit is lowered to the frequency corresponding to an idling operating speed, by carrying out PWM actuation and supplying electric power to a three-phase-alternating-current machine, loss of the inverter in the rate below idling operational status can be reduced, and effectiveness can be improved.

[0034] He is trying to, modulate the PWM control frequency of an inverter circuit in the shape of a sine wave with a predetermined period by invention corresponding to claim 4 on the other hand in a predetermined frequency range in the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to above-mentioned claim 1 or claim 2.

[0035] therefore, in the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to claim 4, a switching frequency is changed by modulating the PWM control frequency of an inverter circuit in the shape of a sine

wave with a period predetermined in a predetermined frequency range, and supplying electric power to a three-phase-alternating-current machine -- making -- the electromagnetism of a three-phase-alternating-current machine -- the noise can be reduced.

[0036] Moreover, he is trying to modulate the PWM control frequency of an inverter circuit in random number in invention corresponding to claim 5 in a predetermined frequency range in the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to above-mentioned claim 1 or claim 2.

[0037] therefore, the thing for which the PWM control frequency of an inverter circuit is modulated in random number in a predetermined frequency range, and electric power is supplied to a three-phase-alternating-current machine in the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to claim 5 -- the electromagnetism of a three-phase-alternating-current machine -- the noise can be reduced. in this case, the rate of change [ case / where it changes a fixed period like invention corresponding to above-mentioned claim 4 by considering especially as a random number ] of switching -- large -- becoming -- more -- much more -- the electromagnetism of a three-phase-alternating-current machine -- the noise can be reduced.

[0038] Furthermore, in invention corresponding to claim 6, it sets to the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to any 1 term of above-mentioned claim 1 thru/or claim 5. Add a rotational frequency detection means to detect an internal combustion engine's rotational frequency, and it is based on an output signal from a rotational frequency detection means. The control circuit is equipped with a means to control to stop pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper circuit when a three-phase-alternating-current machine distinguishes that they are below a predetermined rate or idling operational status.

[0039] Therefore, in the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to claim 6, when an internal combustion engine's rotational frequency is detected and it is distinguished based on the rotational frequency concerned that a three-phase-alternating-current machine is below a predetermined rate or idling operational status, high matching of precision with an internal combustion engine can be performed by stopping pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper circuit.

[0040] On the other hand, in invention corresponding to claim 7, in the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to above-mentioned claim 4 or claim 5, when modulating the PWM control frequency of an inverter circuit in a predetermined frequency range, it becomes irregular so that the amplitude may be narrowed with the increment in a rate of a three-phase-alternating-current machine.

[0041] Therefore, in the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to claim 7, when modulating the PWM control frequency of an inverter circuit with a predetermined period in a predetermined frequency range, by becoming irregular so that the amplitude may be narrowed with the increment in a rate of a three-phase-alternating-current machine, the switching frequency in a high-speed rotation region can be made high, and the stability of control can be raised. In this case, in a high-speed rotation region, since an internal combustion engine sound is also loud and the noise of a three-phase-alternating-current machine becomes small, even if it makes the range of fluctuation of a switching frequency small, there is especially no problem.

[0042] Moreover, in invention corresponding to claim 8, the induction motor or the synchronous motor is used in the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to any 1 term of above-mentioned claim 1 thru/or claim 7 as a three-phase-alternating-current machine combined with an internal combustion engine.

[0043] Therefore, as a three-phase-alternating-current machine combined with an internal combustion engine, by using an induction motor or a synchronous motor, it can respond to both at the time of using an induction motor or a synchronous motor for a three-phase-alternating-current machine smoothly, and the same operation as the above-mentioned case can be done so in the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to claim 8.

[0044] Furthermore, in invention corresponding to claim 9, in the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to any 1 term of above-mentioned claim 1 thru/or claim 7, when carrying out PWM control action of the inverter circuit and supplying electric power to a three-phase-alternating-current machine, the inverter circuit equips said control circuit with a means to control to control either power running, regeneration operation or excitation operation.

[0045] Therefore, it sets to the inverter system for hybrid cars of invention corresponding to claim 9. When carrying out PWM control action of the inverter circuit and supplying electric power to a three-phase-alternating-current machine, an inverter circuit by being made to control either power running, regeneration operation or excitation operation Since an inverter circuit serves as operation mode of power running,

regeneration operation or excitation operation either and can improve system-wide performance, it can raise system-wide effectiveness further as a result.

[0046] By the above, it becomes possible to plan the improvement in effectiveness of an inverter, and the noise reduction of a three-phase-alternating-current machine, and the highly reliable inverter system for hybrid cars can be obtained.

[0047]

[Embodiment of the Invention] This invention suspends pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper circuit, when a three-phase-alternating-current machine is below a predetermined rate. [ whether it controls to make direct current voltage almost equal to a rechargeable battery electrical potential difference, and to carry out PWM control action of the inverter circuit, and ] Or when the three-phase-alternating-current machine is operated by the idling operational status of the minimum rate, an internal combustion engine or [ controlling to suspend pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper circuit, to make direct current voltage almost equal to a rechargeable battery electrical potential difference, and to carry out PWM control action of the inverter circuit ] -- or When an internal combustion engine is the idling operational status of the minimum rate, pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper is suspended. By lowering the PWM control frequency of an inverter circuit to the frequency corresponding to an idling operating speed, and controlling to carry out PWM actuation, it is going to plan the improvement in effectiveness of an inverter, and the noise reduction of a three-phase-alternating-current machine.

[0048] Hereafter, the gestalt of operation of this invention based on the above views is explained to a detail with reference to a drawing.

[0049] (Gestalt of the 1st operation) Drawing 1 is the circuit diagram showing the example for hybrid cars of the inverter structure of a system by the gestalt of this operation, and attaches and shows the same sign to the same element as drawing 9 .

[0050] In drawing 1 the inverter system for hybrid cars of the gestalt of this operation The three-phase-alternating-current machine 2 combined with the internal combustion engines 1, such as a gasoline engine and a diesel power plant, A switch 6 and the step-down-and-step-up reactor 7 for energy-absorbing are minded for the output voltage from the rechargeable batteries 5, such as a battery in which charge and discharge are possible, and this rechargeable battery 5. To desired direct current voltage A pressure up, Moreover, the step-down and step-up chopper circuit 49 which lowers the pressure of direct current voltage to rechargeable battery 5 electrical potential difference, The direct-current capacitor 47 which carries out smooth [ of the output voltage from the step-down and step-up chopper circuit 49 ], The electrical potential difference by which smooth was carried out with the direct-current capacitor 47 is changed into an alternating current, and it constitutes from an inverter circuit 40 which supplies this alternating voltage to the three-phase-alternating-current machine 2, and drives it, and a control circuit 48 which controls the step-down and step-up chopper circuit 49 and an inverter circuit 40.

[0051] In addition, the inverter 4 consists of the inverter circuit 40, a direct-current capacitor 47, a control circuit 48, and a step-down and step-up chopper circuit 49.

[0052] Here, the step-down and step-up chopper circuit 49 has come to carry out series connection of two or more semiconductor devices 49a and 49b of a top and the bottom.

[0053] Moreover, the inverter circuit 40 has come to carry out bridge connection of two or more semiconductor devices 41-46.

[0054] Furthermore, a control circuit 48 so that the torque assistance of the internal combustion engine 1 may be carried out with the accumulation-of-electricity energy of a rechargeable battery 5 at the time of start acceleration of a hybrid car The function controlled to control the three-phase-alternating-current machine 2 by the inverter circuit 40, By suspending pressure-up actuation of the step-down and step-up chopper circuit 49, namely, stopping chopping actuation, and making it flow only through the semiconductor device of an upper arm continuously, when the three-phase-alternating-current machine 2 is below a predetermined rate It has the function controlled to make direct current voltage almost equal to rechargeable battery 5 electrical potential difference, and to carry out PWM control action of the inverter circuit 40.

[0055] Next, an operation of the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation constituted as mentioned above is explained using the timing diagram Fig. shown in drawing 2 .

[0056] Now, if a starting command is inputted in the time of day to of drawing 2 , a switch 6 is turned on, each

semiconductor device 41 of an inverter circuit 40 - 46 HEGETO signals are outputted from a control circuit 48 according to a rate reference signal, an inverter 4 will be a predetermined output frequency (f-INV), and the three-phase-alternating-current machine 2 which is a load will be driven.

[0057] In this phase, the step-down and step-up chopper circuit 49 turns on only upper semiconductor device 49a, and supplies power to the three-phase-alternating-current machine 2 which is a load from a rechargeable battery 5.

[0058] Therefore, as direct current voltage, an electrical potential difference almost equal to rechargeable battery 5 electrical potential difference is supplied to an inverter circuit 40.

[0059] Next, in the time of day t1 of drawing 2, when the magnitude of a rate reference signal becomes more than predetermined level (L1 of drawing 2), an inverter circuit 40 is controlled to carry out switching operation of the semiconductor devices 49a and 49b of the step-down and step-up chopper circuit 49 top and the bottom, and to carry out the pressure up of the direct current voltage.

[0060] For example, if rated voltage of the three-phase-alternating-current machine 2 is set to AC400V, it is necessary to carry out PWM control about direct-current-voltage 600V but, and even when rechargeable battery 5 electrical potential difference is 300V, it can output to about 50% of AC200V, without carrying out a pressure up.

[0061] Therefore, since it is not necessary to operate the step-down and step-up chopper circuit 49 to about 50% of rate, loss of an inverter 4 can be reduced.

[0062] Furthermore, since the peak value of an PWM voltage waveform becomes 50%, the magnetic sound of the three-phase-alternating-current machine 2 can also be reduced.

[0063] As mentioned above, while loss of an inverter 4 can be reduced and effectiveness can be improved since pressure-up chopper actuation of the step-down and step-up chopper circuit 49 is suspended when the three-phase-alternating-current machine 2 is below a predetermined rate, in the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation, it becomes possible to also reduce the noise (magnetic sound) of the three-phase-alternating-current machine 2.

[0064] (Gestalt of the 2nd operation) The circuitry of the inverter system for hybrid cars of the gestalt of this operation is the same as that of said drawing 1  $R > 1$ , and a part of functions which a control circuit 48 has differ.

[0065] Namely, when the three-phase-alternating-current machine 2 mentioned above is below a predetermined rate, a control circuit 48 Instead of the function controlled to suspend pressure-up actuation of the step-down and step-up chopper circuit 49, to make direct current voltage almost equal to rechargeable battery 5 electrical potential difference, and to carry out PWM control action of the inverter circuit 40 When the three-phase-alternating-current machine 2 is operated by the idling operational status of the minimum rate, an internal combustion engine 1 By suspending pressure-up actuation of the step-down and step-up chopper circuit 49, namely, stopping chopping actuation, and making it flow only through the semiconductor device of an upper arm continuously It shall have the function controlled to make direct current voltage almost equal to rechargeable battery 5 electrical potential difference, and to carry out PWM control action of the inverter circuit 40.

[0066] Next, an operation of the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation constituted as mentioned above is explained using the timing diagram Fig. shown in drawing 3.

[0067] In addition, the explanation is omitted about an operation of the gestalt of said 1st operation, and an operation of the same part, and only an operation of a part different here is described.

[0068] That is, as shown in drawing 3, loss of the inverter 4 at the time of the idling condition which a car is stopping can be reduced by controlling so that the internal combustion engine 1 suspends pressure-up chopper actuation in between only at the time of the condition of the minimum rate, and an internal combustion engine's 1 idling operational status.

[0069] Furthermore, the RF MAG sound of inverter 4 proper which carries out PWM control action can also be reduced.

[0070] As mentioned above, while the internal combustion engine 1 can reduce loss of the inverter 4 at the time of the idling condition which a car is stopping and can improve effectiveness since he is suspending pressure up chopper actuation of the step-down and step-up chopper circuit 49 when the three-phase alternating current machine 2 is operated by the idling operational status of the minimum rate, in the inverter system for hybrid

cars by the gestalt of this operation, it becomes possible to also reduce the RF MAG sound of inverter 4 proper. [0071] (Gestalt of the 3rd operation) The circuitry of the inverter system for hybrid cars of the gestalt of this operation is the same as that of said drawing 1 R> 1, and a part of functions which a control circuit 48 has differ.

[0072] Namely, when the three-phase-alternating-current machine 2 mentioned above is below a predetermined rate, a control circuit 48 Instead of the function controlled to suspend pressure-up actuation of the step-down and step-up chopper circuit 49, to make direct current voltage almost equal to rechargeable battery 5 electrical potential difference, and to carry out PWM control action of the inverter circuit 40 When an internal combustion engine is the idling operational status of the minimum rate, pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper shall be suspended, and it shall have the function which lowers the PWM control frequency of an inverter circuit to the frequency corresponding to an idling operating speed, and is controlled to carry out PWM actuation.

[0073] Next, an operation of the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation constituted as mentioned above is explained using the timing diagram Fig. shown in drawing 4 .

[0074] In addition, the explanation is omitted about an operation of the gestalt of said 1st operation, and an operation of the same part, and only an operation of a part different here is described.

[0075] That is, as shown in drawing 4 , when the switching frequency (p-INV) of an inverter 4 is lowered to constant frequency at the rate of below idle operational status and it becomes a rate beyond idle operational status, by controlling to make a switching frequency increase, loss of the inverter 4 in the rate below idling operational status can be reduced, and effectiveness can be improved.

[0076] Since pressure-up actuation of the step-down and step-up chopper of the step-down and step-up chopper circuit 49 is suspended, the PWM control frequency of an inverter circuit 40 is lowered to the frequency corresponding to an idling operating speed and it is made to carry out PWM actuation in the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation when an internal combustion engine 1 is the idling operational status of the minimum rate as mentioned above, it becomes possible to reduce loss of the inverter 4 in the rate below idling operational status, and to improve effectiveness.

[0077] (Gestalt of the 4th operation) The circuitry of the inverter system for hybrid cars of the gestalt of this operation is the same as that of said drawing 1 R> 1, and a part of functions which a control circuit 48 has differ.

[0078] That is, in addition to the function of the gestalt of said 1st operation, the control circuit 48 shall have the function to modulate the PWM control frequency of an inverter circuit 40 in the shape of a sine wave with a predetermined period in a predetermined frequency range.

[0079] Next, an operation of the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation constituted as mentioned above is explained using the timing diagram Fig. shown in drawing 5 .

[0080] In addition, the explanation is omitted about an operation of the gestalt of said 1st operation, and an operation of the same part, and only an operation of a part different here is described.

[0081] that is, as shown in drawing 5 , a switching frequency is changed by carrying out adjustable [ of the switching frequency (p-INV) of an inverter 4 ] by the sine wave of a certain fixed period -- making -- the electromagnetism of the three-phase-alternating-current machine 2 -- the noise can be reduced.

[0082] as mentioned above, since he is trying to modulate the PWM control frequency of an inverter circuit 40 in the shape of a sine wave with a period predetermined in a predetermined frequency range, a switching frequency is changed in the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation -- making -- the electromagnetism of the three-phase-alternating-current machine 2 -- it becomes possible to reduce the noise.

[0083] (Gestalt of the 5th operation) The circuitry of the inverter system for hybrid cars of the gestalt of this operation is the same as that of said drawing 1 R> 1, and a part of functions which a control circuit 48 has differ.

[0084] That is, in addition to the function of the gestalt of said 1st operation, the control circuit 48 shall have the function to modulate the PWM control frequency of an inverter circuit 40 in random number in a predetermined frequency range.

[0085] Next, an operation of the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation constituted as mentioned above is explained using the timing diagram Fig. shown in drawing 6 .

[0086] In addition, the explanation is omitted about an operation of the gestalt of said 1st operation, and an

operation of the same part, and only an operation of a part different here is described.

[0087] namely, the thing done for adjustable [ of the switching frequency (p-INV) of an inverter 4 ] with a random number as shown in drawing 6 (without it gives regularity) -- the electromagnetism of the three-phase-alternating-current machine 2 -- the noise can be reduced.

[0088] in this case, the rate of change [ case / where it changes a fixed period like the gestalt of said 4th operation by considering especially as a random number ] of switching -- large -- becoming -- more -- much more -- the electromagnetism of the three-phase-alternating-current machine 2 -- the noise can be reduced.

[0089] as mentioned above, since he is trying to modulate the PWM control frequency of an inverter circuit 40 in random number in a predetermined frequency range, a switching frequency is changed in the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation -- making -- the electromagnetism of the three-phase-alternating-current machine 2 -- it becomes possible to reduce the noise further.

[0090] (Gestalt of the 6th operation) The circuitry of the inverter system for hybrid cars of the gestalt of this operation In said the 1st thru/or inverter system for hybrid cars of the gestalt of the 5th one of operations, the rotational frequency detector which detects an internal combustion engine's 1 rotational frequency is added. Further a control circuit 48 In addition to said function of the gestalt of operation of either [ the 1st thru/or / 5th / either ] it is based on an output signal from a rotational frequency detector. When the three-phase-alternating-current machine 2 distinguishes that they are below a predetermined rate or idling operational status, it shall have the function controlled to stop pressure-up actuation of the step-down and step-up chopper circuit 49.

[0091] Next, an operation of the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation constituted as mentioned above is explained.

[0092] In addition, the explanation is omitted about an operation of the gestalt of said 1st operation, and an operation of the same part, and only an operation of a part different here is described.

[0093] That is, high matching of precision with an internal combustion engine 1 can be performed by incorporating the output signal from the detector which detects an internal combustion engine's 1 rotational frequency to a control circuit 48, distinguishing that the three-phase-alternating-current machine 2 is in below a predetermined rate or idling operational status, and controlling to suspend pressure-up actuation of the step-down and step-up chopper circuit 49.

[0094] As mentioned above, since he is trying to stop pressure-up actuation of the step-down and step-up chopper circuit 49 when an internal combustion engine's 1 rotational frequency is detected and it is distinguished based on this rotational frequency that the three-phase-alternating-current machine 2 is below a predetermined rate or idling operational status, in the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation, it becomes possible to perform high matching of precision with an internal combustion engine 1.

[0095] (Gestalt of the 7th operation) The circuitry of the inverter system for hybrid cars of the gestalt of this operation is the same as that of said drawing 1  $R > 1$ , and a part of functions which a control circuit 48 has differ.

[0096] That is, the control circuit 48 shall have the function modulated so that the amplitude may be narrowed with the increment in a rate of the three-phase-alternating-current machine 2, when modulating the PWM control frequency of an inverter circuit 40 with a predetermined period in a predetermined frequency range in addition to the function of the gestalt of said 4th operation.

[0097] Next, an operation of the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation constituted as mentioned above is explained using the timing diagram shown in drawing 7.

[0098] In addition, the explanation is omitted about an operation of the gestalt of said 4th operation, and an operation of the same part, and only an operation of a part different here is described.

[0099] That is, by narrowing width of face of the amplitude (PH-PL) of a switching frequency, the switching frequency in a high-speed rotation region can be made high, and the stability of control can be raised as are shown in drawing 7 and an internal combustion engine's 1 engine speed becomes high.

[0100] In this case, in a high-speed rotation region, since an internal combustion engine first sound is also loud and the noise of the three-phase-alternating-current machine 2 becomes small, even if it makes the range of fluctuation of a switching frequency small, there is especially no problem.

[0101] In the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation, as mentioned above, since it is made to narrow the amplitude with the increment in a rate of the three-phase-alternating-current machine 2

when modulating the PWM control frequency of an inverter circuit 40 with a period predetermined in a predetermined frequency range, the switching frequency in the high-speed rotation region to modulate is made high, and it becomes possible to raise the stability of control.

[0102] (Gestalt of the 8th operation) The circuitry of the inverter system for hybrid cars of the gestalt of this operation is the same as that of said drawing 1 R> 1, and he is trying to use an induction motor or a synchronous motor as a three-phase-alternating-current machine 2 combined with said internal combustion engine 1.

[0103] Next, in the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation constituted as mentioned above, the same operation as the case of the gestalt of each operation mentioned above can be done so by using the induction motor or the synchronous motor corresponding to both at the time of using an induction motor or a synchronous motor for the three-phase-alternating-current machine 2 as a three-phase-alternating-current machine 2 combined with an internal combustion engine 1.

[0104] In the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation, as mentioned above, since he is trying to use an induction motor or a synchronous motor, it corresponds to both at the time of using an induction motor or a synchronous motor for the three-phase-alternating-current machine 2 smoothly, and it becomes possible to do the above-mentioned effectiveness so as a three-phase-alternating-current machine 2 combined with an internal combustion engine 1.

[0105] (Gestalt of the 9th operation) The circuitry of the inverter system for hybrid cars of the gestalt of this operation is the same as that of said drawing 1 R> 1, and a part of functions which a control circuit 48 has differ.

[0106] That is, the control circuit 48 shall have the function which it controls as an inverter circuit 40 controls either power running, regeneration operation or excitation operation, when in addition to the function of the gestalt of said 1st operation carrying out PWM control action of the inverter circuit 40 and supplying electric power to the three-phase-alternating-current machine 2.

[0107] Next, it sets to the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation constituted as mentioned above. When carrying out PWM control action of the inverter circuit 40 and supplying electric power to the three-phase-alternating-current machine 2, an inverter circuit 40 By being made to control either power running, regeneration operation or excitation operation, an inverter circuit 40 It can become the operation mode of power running, regeneration operation or excitation operation either, torque assistance can be carried out in power-running mode, it can charge in regeneration operation mode, and a response (response) can be received by preliminary excitation in excitation operation mode.

[0108] Thereby, since system-wide performance can be improved, system-wide effectiveness can be further raised as a result.

[0109] As mentioned above, in the inverter system for hybrid cars by the gestalt of this operation When carrying out PWM control action of the inverter circuit 40 and supplying electric power to the three-phase-alternating-current machine 2, an inverter circuit 40 Since it is made to control either power running, regeneration operation or excitation operation, an inverter circuit 40 Since it becomes the operation mode of power running, regeneration operation or excitation operation either and system-wide performance can be improved, it becomes possible to raise system-wide effectiveness further as a result.

[0110]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the inverter system for hybrid cars of this invention When a three-phase-alternating-current machine is below a predetermined rate, pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper circuit is suspended. [ whether it controls to make direct current voltage almost equal to a rechargeable battery electrical potential difference, and to carry out PWM control action of the inverter circuit, and ] Or when the three-phase-alternating-current machine is operated by the idling operational status of the minimum rate, an internal combustion engine [ whether it controls to suspend pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper circuit, to make direct current voltage almost equal to a rechargeable battery electrical potential difference, and to carry out PWM control action of the inverter circuit, and ] Or when an internal combustion engine is the idling operational status of the minimum rate, pressure-up actuation of a step-down and step-up chopper is suspended. Since the PWM control frequency of an inverter circuit is lowered to the frequency corresponding to an idling operating speed and he is trying to control to carry out PWM actuation, it becomes possible to plan the improvement in effectiveness of an inverter, and the noise reduction

of a three-phase-alternating-current machine.

---

[Translation done.]

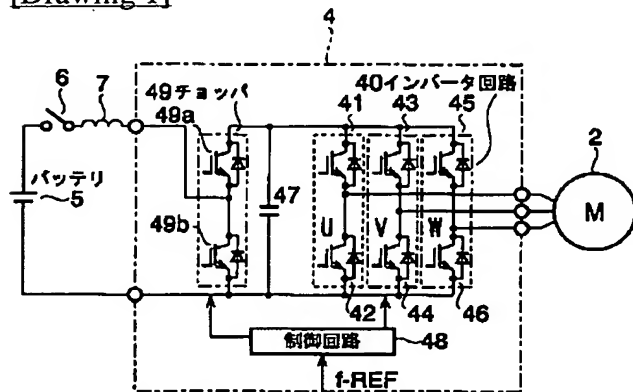
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

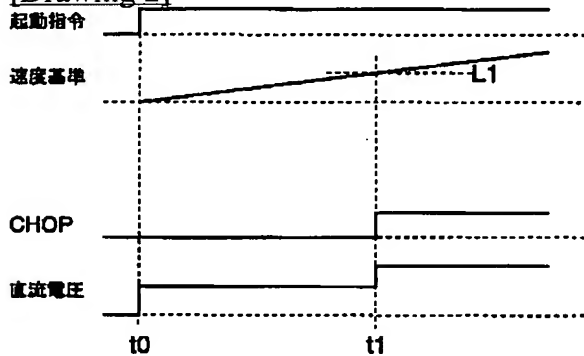
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

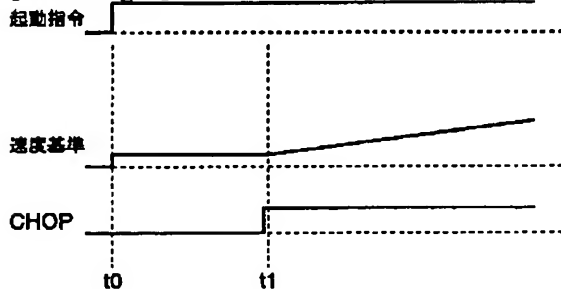
[Drawing 1]



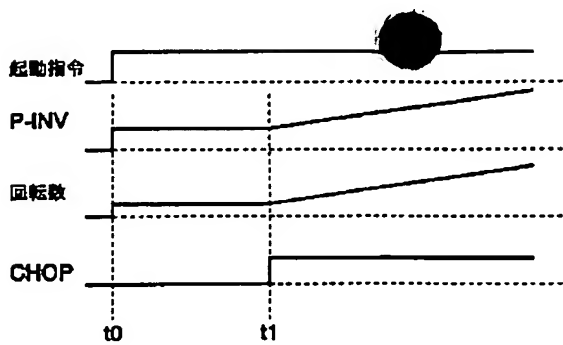
[Drawing 2]



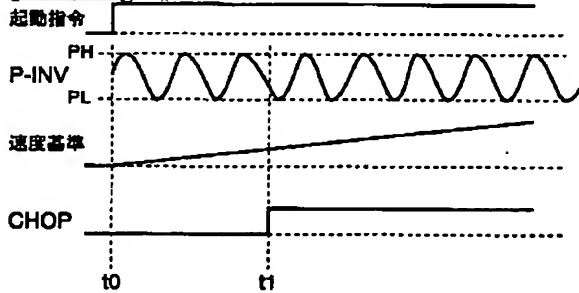
[Drawing 3]



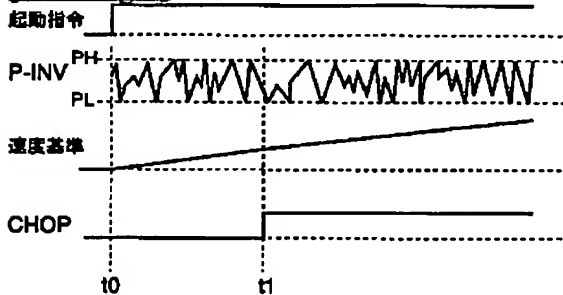
[Drawing 4]



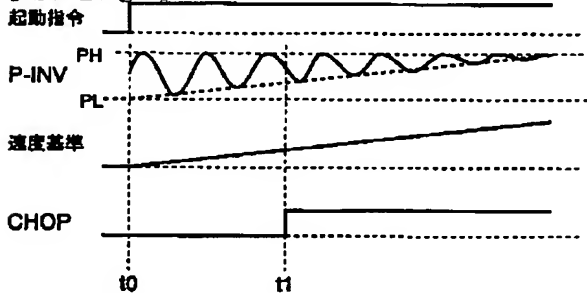
[Drawing 5]



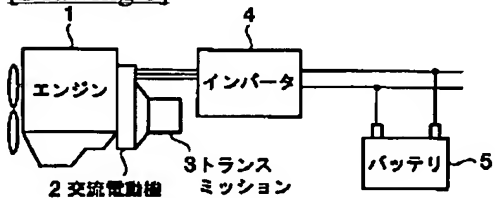
[Drawing 6]



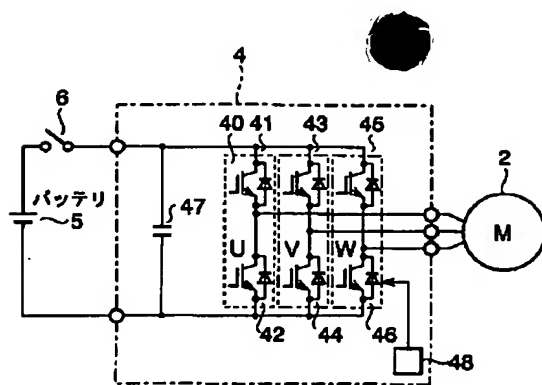
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Translation done.]

# PARENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-171606

(43)Date of publication of application : 14.06.2002

(51)Int.Cl.

B60L 11/14  
H01M 10/44  
H02J 7/00

(21)Application number : 2000-361636

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

**HINO MOTORS LTD**

(22)Date of filing : 28.11.2000

(72)Inventor : TAKAMURA HARUHISA

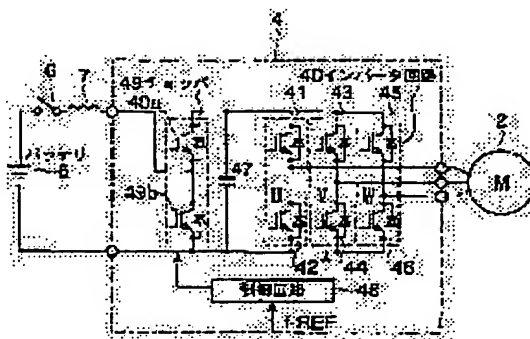
ICHIKAWA KOSAKU  
 HIJIKATA SADAHITO  
 SHIMIZU KUNTOSHI

## (54) INVERTER SYSTEM FOR HYBRID VEHICLE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve efficiency of an inverter and to abate a noise from a three-phase alternator.

**SOLUTION:** An inverter system for a hybrid vehicle is equipped with the three-phase alternator 2 connected to an internal combustion engine 1, a rechargeable secondary battery 5, a step-up and step-down chopper circuit 49 which step up an output voltage of the secondary battery 5 to a desired DC voltage through a reactor 7 or step down the DC voltage to the voltage of the secondary battery 5, an inverter circuit 40 which converts an output voltage of the step-up and step-down chopper circuit 49 to AC and supplies the AC to the three-phase alternator for driving, and a control circuit 48 which controls the step-up and step-down chopper circuit 49 and the inverter circuit 40. The inverter system also control the three-phase alternator 2 with the inverter circuit 40 so that the stored energy of the secondary battery 5 assists the toque of the internal combustion engine 1 when the vehicle starts and accelerators. In this system, a control circuit 48 is equipped with a control means which stops step-up action of the step-up and step-down chopper circuit 49 when the three-phase alternator is at a predetermined speed or less and makes the inverter circuit 40 perform PWM controlling action by almost equalizing the DC voltage to the voltage of the secondary battery 5.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-171606

(P2002-171606A)

(43) 公開日 平成14年6月14日 (2002.6.14)

(51) IntCl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

B 6 0 L 11/14

Z H V

B 6 0 L 11/14

Z H V

5 G 0 0 3

H 0 1 M 10/44

H 0 1 M 10/44

P

5 H 0 3 0

H 0 2 J 7/00

H 0 2 J 7/00

X

5 H 1 1 5

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-361636(P2000-361636)

(22) 出願日 平成12年11月28日(2000.11.28)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(71) 出願人 000005463

日野自動車株式会社

東京都日野市日野台3丁目1番地1

(72) 発明者 高村 晴久

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

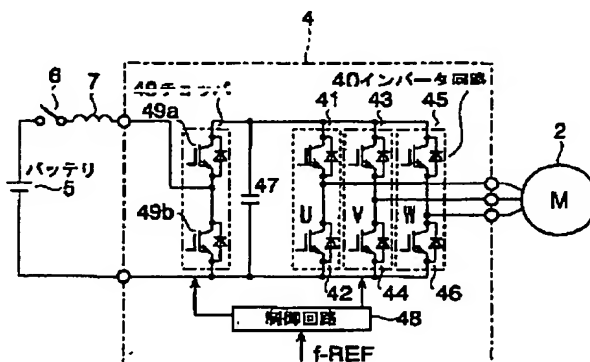
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車用インバータシステム

(57) 【要約】

【課題】インバータの効率向上ならびに三相交流機の騒音低減を図ること。

【解決手段】内燃機関1に結合した三相交流機2と、充放電可能な二次電池5と、二次電池5の出力電圧をリアクトル7を介して所望の直流電圧へ昇圧／直流電圧を二次電池5電圧へ降圧する昇降圧チョッパ回路49と、昇降圧チョッパ回路49の出力電圧を交流に変換し、三相交流機2へ供給して駆動するインバータ回路40と、昇降圧チョッパ回路49・インバータ回路40を制御する制御回路48とを備え、発進加速時に二次電池5の蓄電エネルギーで内燃機関1をトルクアシストするようにインバータ回路40で三相交流機2を制御するハイブリッド車用インバータシステムにおいて、三相交流機2が所定の速度以下の場合に、昇降圧チョッパ回路49の昇圧動作を停止し、直流電圧を二次電池5電圧とほぼ等しくしてインバータ回路40をPWM制御動作させるように制御する手段を、制御回路48に備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン等の内燃機関に結合した三相交流機と、充放電可能な蓄電池等の二次電池と、前記二次電池からの出力電圧をエネルギー吸収用のリアクトルを介して所望の直流電圧へ昇圧、また直流電圧を前記二次電池電圧へ降圧する昇降圧チョッパ回路と、半導体素子をブリッジ接続してなり、前記昇降圧チョッパ回路からの出力電圧を交流に変換し、当該交流電圧を前記三相交流機へ供給して駆動するインバータ回路と、前記昇降圧チョッパ回路および前記インバータ回路を制御する制御回路とを備えて構成され、発進加速時に、前記二次電池の蓄電エネルギーで前記内燃機関をトルクアシストするように前記インバータ回路により前記三相交流機を制御するようにしたハイブリッド車用インバータシステムにおいて、前記三相交流機が所定の速度以下の場合に、前記昇降圧チョッパ回路の昇圧動作を停止し、直流電圧を前記二次電池電圧とほぼ等しくして前記インバータ回路を PWM 制御動作させるように制御する手段を、前記制御回路に備えたことを特徴とするハイブリッド車用インバータシステム。

【請求項 2】 ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン等の内燃機関に結合した三相交流機と、充放電可能な蓄電池等の二次電池と、前記二次電池からの出力電圧をエネルギー吸収用のリアクトルを介して所望の直流電圧へ昇圧、また直流電圧を前記二次電池電圧へ降圧する昇降圧チョッパ回路と、半導体素子をブリッジ接続してなり、前記昇降圧チョッパ回路からの出力電圧を交流に変換し、当該交流電圧を前記三相交流機へ供給して駆動するインバータ回路と、前記昇降圧チョッパ回路および前記インバータ回路を制御する制御回路とを備えて構成され、発進加速時に、前記二次電池の蓄電エネルギーで前記内燃機関をトルクアシストするように前記インバータ回路により前記三相交流機を制御するようにしたハイブリッド車用インバータシステムにおいて、前記内燃機関が最低速度のアイドリング運転状態で前記三相交流機が運転されている場合に、前記昇降圧チョッパ回路の昇圧動作を停止し、直流電圧を前記二次電池電圧とほぼ等しくして前記インバータ回路を PWM 制御動作させるように制御する手段を、前記制御回路に備えたことを特徴とするハイブリッド車用インバータシステム。

【請求項 3】 ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン等の内燃機関に結合した三相交流機と、充放電可能な蓄電池等の二次電池と、前記二次電池からの出力電圧をエネルギー吸収用のリアクトルを介して所望の直流電圧へ昇圧、また直流電圧を前記二次電池電圧へ降圧する昇降圧チョッパ回路と、

半導体素子をブリッジ接続してなり、前記昇降圧チョッパ回路からの出力電圧を交流に変換し、当該交流電圧を前記三相交流機へ供給して駆動するインバータ回路と、前記昇降圧チョッパ回路および前記インバータ回路を制御する制御回路とを備えて構成され、発進加速時に、前記二次電池の蓄電エネルギーで前記内燃機関をトルクアシストするように前記インバータ回路により前記三相交流機を制御するようにしたハイブリッド車用インバータシステムにおいて、

10 前記内燃機関が最低速度のアイドリング運転状態の場合に、前記昇降圧チョッパの昇圧動作を停止し、前記インバータ回路の PWM 制御周波数を前記アイドリング運転速度に見合った周波数に下げて PWM 動作させるように制御する手段を、前記制御回路に備えたことを特徴とするハイブリッド車用インバータシステム。

【請求項 4】 前記請求項 1 または請求項 2 に記載のハイブリッド車用インバータシステムにおいて、前記インバータ回路の PWM 制御周波数を、所定の周波数範囲で所定の周期で正弦波状に変調させるようにしたことを特徴とするハイブリッド車用インバータシステム。

【請求項 5】 前記請求項 1 または請求項 2 に記載のハイブリッド車用インバータシステムにおいて、前記インバータ回路の PWM 制御周波数を、所定の周波数範囲で乱数的に変調させるようにしたことを特徴とするハイブリッド車用インバータシステム。

【請求項 6】 前記請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載のハイブリッド車用インバータシステムにおいて、前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段を付加し、前記回転数検出手段からの出力信号に基づいて、前記三相交流機が所定の速度以下またはアイドリング運転状態であることを判別した場合に、前記昇降圧チョッパ回路の昇圧動作を停止させるように制御する手段を、前記制御回路に備えたことを特徴とするハイブリッド車用インバータシステム。

【請求項 7】 前記請求項 4 または請求項 5 に記載のハイブリッド車用インバータシステムにおいて、前記インバータ回路の PWM 制御周波数を所定の周波数範囲で変調させる場合に、前記三相交流機の前記速度増加に伴って振幅を狭くしていくように変調することを特徴とするハイブリッド車用インバータシステム。

【請求項 8】 前記請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載のハイブリッド車用インバータシステムにおいて、前記内燃機関と結合する三相交流機としては、誘導電動機、または同期電動機を用いたことを特徴とするハイブリッド車用インバータシステム。

【請求項 9】 前記請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載のハイブリッド車用インバータシステムにおいて、

前記インバータ回路を PWM 制御動作させて前記三相交流機へ給電する場合に、前記インバータ回路が、力行運転、回生運転、または励磁運転のいずれかの制御を行なうように制御する手段を、

前記制御回路に備えたことを特徴とするハイブリッド車用インバータシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン等の内燃機関と、蓄電池等の二次電池をエネルギー源とした電気駆動とを併用したハイブリッド車に用いられるインバータシステムに係り、特にインバータの効率向上ならびに三相交流機の騒音低減を実現するようにしたハイブリッド車用インバータシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン等の内燃機関を用いた自動車の排ガスによる大気汚染を改善する対策として、内燃機関の代わりに、蓄電池等の二次電池をエネルギー源として三相交流機により自動車を駆動する、いわゆる電気自動車の普及が世界的に呼びかけられてきている。

【0003】しかしながら、この電気自動車は、1 回の燃料充填での走行距離が短く、また燃料供給設備の普及が必要である等の問題を有している。

【0004】そこで、最近では、このような問題を解消するために、電気駆動を併用したハイブリッド自動車が注目されてきている。

【0005】この種の電気駆動を併用したハイブリッド自動車では、駆動部が、内燃機関に三相交流機を直結して構成され、トランスミッションを介して車輪を駆動するようにしている。

【0006】また、三相交流機をインバータにより制御して、トルクアシスト、エネルギー回生、内燃機関の始動、電気制動を行ない、電源およびエネルギー源として、二次電池を使用するようにしている。

【0007】すなわち、発進加速時には、二次電池の蓄電エネルギーで内燃機関をトルクアシストするように、インバータにより三相交流機を制御して、内燃機関の排ガス低減を行なう。

【0008】また、停止制動時には、三相交流機をインバータの制御により回生運転させて、車両の慣性エネルギーを二次電池に蓄電する。

【0009】これにより、省エネルギーと共にエネルギー収支を保ち、排ガスの低公害化と燃費改善を実現するようにしている。

【0010】図 8 は、この種のハイブリッド自動車の駆

動部の基本的な構成例を示す概要図である。

【0011】図 8 において、ハイブリッド自動車の駆動部は、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン等の内燃機関 1 と、この内燃機関 1 に直結した三相交流機 2 とにより構成され、トランスミッション 3 を介して車輪を駆動するようにしている。

【0012】また、三相交流機 2 はインバータ 4 により制御し、トルクアシスト、エネルギー回生、内燃機関 1 の始動、電気制動を行ない、電源およびエネルギー源として、蓄電池等の二次電池 5 を使用している。

【0013】図 9 は、この種のハイブリッド車に用いられている従来のインバータシステムの構成例を示す回路図であり、図 8 と同一要素には同一符号を付して示している。

【0014】図 9 において、ハイブリッド車用インバータシステムは、上記内燃機関 1 に結合した三相交流機 2 と、充放電可能な蓄電池等の二次電池 5 と、この二次電池 5 の出力電圧を開閉器 6 を介して交流に変換し、この交流電圧を三相交流機 2 へ供給して駆動するインバータ 4 とから構成されている。

【0015】また、インバータ 4 は、複数の半導体素子 41～46 をブリッジ接続したインバータ回路 40 と、平滑用の直流コンデンサ 47 と、インバータ回路 40 を制御する制御回路 48 とからなっている。

【0016】そして、ハイブリッド車の発進加速時に、二次電池 5 の蓄電エネルギーで内燃機関 1 をトルクアシストするように、インバータ回路 40 により三相交流機 2 を制御するようになっている。

【0017】ところで近年、このようなハイブリッド車用インバータシステムにおいては、システムの容量アップのニーズがあり、三相交流機 2 の駆動パワーの向上と回生パワーの向上とが必要になってきている。

【0018】従来の三相交流機 2 は、定格電圧が AC 200 V 系の三相交流機であるが、容量増大に伴って電流が増加して、三相交流機 2 の外形が大きくなるため、電流を増やさず容量を上げるために、電圧を AC 400 V 系にする方法が採用されている。

【0019】一般に、インバータを PWM 制御動作させて、三相交流機 2 の電流制御を行なうことが行なわれているが、AC 400 V を出力するためには、直流電圧を 600 V 程度にする必要がある。

【0020】しかしながら、二次電池 5 により 600 V の直流電圧を得るためには、12 V バッテリーを約 50 個直列に接続する必要があり、車両に搭載する場合のスペースと重量が問題となる。

【0021】そこで、最近提案されてきている方法が、例えば「特開平 6-245332 号公報」に開示されているような昇圧チョッパ回路を設ける方法である。

【0022】かかる方法により、二次電池 5 電圧、すなわちバッテリーの個数を増やさずに希望の直流電圧を得る

ことができる。

【0023】そして、三相交流機2の駆動パワー、回生パワーを大きくとるために、具体的には、二次電池5電圧を昇圧する機能と、直流電圧を二次電池5電圧に降圧する機能とを有する昇降圧チョッパ回路を設ける方法が有効である。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、昇降圧チョッパ回路を設けることにより、三相交流機2の駆動パワーの向上と回生パワーの向上の目的は達成することができるが、内燃機関1の最低待機運転状態、すなわちアイドリング状態時においても、昇降圧チョッパ回路の昇圧チョッパを動作させていることから、昇降圧チョッパ回路の半導体素子の損失が大きく、また直流電圧が高くなっていると、インバータ回路40のスイッチング損失も大きく、インバータ全体の効率の低下を招いてしまうことになる。

【0025】また、高い電圧でインバータ回路40をPWM制御動作させると、低い電圧でPWM制御動作させた場合に比べて、三相交流機2損失も大きくなる。

【0026】さらに、インバータ回路40のPWM制御周波数に相当する三相交流機2の磁気騒音が大きくなり、車両のエンジン音と異質な磁気音が耳障りになるという問題が発生する。

【0027】本発明の目的は、インバータの効率向上ならびに三相交流機の騒音低減を図ることが可能な高信頼性のハイブリッド車用インバータシステムを提供することにある。

【0028】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン等の内燃機関に結合した三相交流機と、充放電可能な蓄電池等の二次電池と、当該二次電池からの出力電圧をエネルギー吸収用のリアクトルを介して所望の直流電圧へ昇圧、また直流電圧を二次電池電圧へ降圧する昇降圧チョッパ回路と、半導体素子をブリッジ接続してなり、昇降圧チョッパ回路からの出力電圧を交流に変換し、当該交流電圧を三相交流機へ供給して駆動するインバータ回路と、昇降圧チョッパ回路および回路を制御する制御回路とを備えて構成され、発進加速時に、二次電池の蓄電エネルギーで内燃機関をトルクアシストするようにインバータ回路により三インバータ三相交流機を制御するようにしたハイブリッド車用インバータシステムにおいて、請求項1に対応する発明では、三相交流機が所定の速度以下の場合に、昇降圧チョッパ回路の昇圧動作を停止し、直流電圧を二次電池電圧とほぼ等しくしてインバータ回路をPWM制御動作させるように制御する手段を、制御回路に備えている。

【0029】従って、請求項1に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいては、三相交流機

が所定の速度以下の場合には、昇降圧チョッパ回路の昇圧動作を停止し、すなわちチョッピング動作を止めて上アームの半導体素子だけを連続的に導通させることで、直流電圧を二次電池電圧とほぼ等しくしてインバータ回路をPWM制御動作させて三相交流機へ給電することにより、インバータの損失を低減して効率を向上することができると同時に、三相交流機の騒音（磁気音）も低減することができる。

【0030】また、請求項2に対応する発明では、内燃機関が最低速度のアイドリング運転状態で三相交流機が運転されている場合に、昇降圧チョッパ回路の昇圧動作を停止し、直流電圧を二次電池電圧とほぼ等しくしてインバータ回路をPWM制御動作させるように制御する手段を、制御回路に備えている。

【0031】従って、請求項2に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいては、内燃機関が最低速度のアイドリング運転状態で三相交流機が運転されている場合には、昇降圧チョッパ回路の昇圧動作を停止し、直流電圧を二次電池電圧とほぼ等しくしてインバータ回路をPWM制御動作させて三相交流機へ給電することにより、車両が停止中のアイドリング状態時のインバータの損失を低減して効率を向上することができると同時に、インバータ固有の高周波磁気音も低減することができる。

【0032】さらに、請求項3に対応する発明では、内燃機関が最低速度のアイドリング運転状態の場合に、昇降圧チョッパの昇圧動作を停止し、インバータ回路のPWM制御周波数をアイドリング運転速度に見合った周波数に下げてPWM動作させるように制御する手段を、制御回路に備えている。

【0033】従って、請求項3に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいては、内燃機関が最低速度のアイドリング運転状態の場合には、昇降圧チョッパの昇圧動作を停止し、インバータ回路のPWM制御周波数をアイドリング運転速度に見合った周波数に下げてPWM動作させて三相交流機へ給電することにより、アイドリング運転状態以下の速度でのインバータの損失を低減して効率を向上することができる。

【0034】一方、請求項4に対応する発明では、上記請求項1または請求項2に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいて、インバータ回路のPWM制御周波数を、所定の周波数範囲で所定の周期で正弦波状に変調させるようにしている。

【0035】従って、請求項4に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいては、インバータ回路のPWM制御周波数を、所定の周波数範囲で所定の周期で正弦波状に変調させて三相交流機へ給電することにより、スイッチング周波数を変化させて、三相交流機の電磁騒音を低減することができる。

【0036】また、請求項5に対応する発明では、上記

請求項1または請求項2に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいて、インバータ回路のPWM制御周波数を、所定の周波数範囲で乱数的に変調させるようにしている。

【0037】従って、請求項5に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいては、インバータ回路のPWM制御周波数を、所定の周波数範囲で乱数的に変調させて三相交流機へ給電することにより、三相交流機の電磁騒音を低減することができる。この場合、特に乱数とすることにより、上記請求項4に対応する発明のように一定周期で変化する場合よりも、スイッチングの変化の割合が大きくなり、より一層三相交流機の電磁騒音を低減することができる。

【0038】さらに、請求項6に対応する発明では、上記請求項1乃至請求項5のいずれか1項に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいて、内燃機関の回転数を検出する回転数検出手段を付加し、回転数検出手段からの出力信号に基づいて、三相交流機が所定の速度以下またはアイドル回転状態であることを判別した場合に、昇降圧チョッパ回路の昇圧動作を停止させるように制御する手段を、制御回路に備えている。

【0039】従って、請求項6に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいては、内燃機関の回転数を検出し、当該回転数を基に三相交流機が所定の速度以下またはアイドル回転状態であることを判別した場合には、昇降圧チョッパ回路の昇圧動作を停止させることにより、内燃機関との精度の高いマッチングを行なうことができる。

【0040】一方、請求項7に対応する発明では、上記請求項4または請求項5に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいて、インバータ回路のPWM制御周波数を所定の周波数範囲で変調させる場合に、三相交流機は速度増加に伴って振幅を狭くしていくように変調する。

【0041】従って、請求項7に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいては、インバータ回路のPWM制御周波数を所定の周波数範囲で所定の周期で変調させる場合に、三相交流機は速度増加に伴って振幅を狭くしていくように変調することにより、高速回転域でのスイッチング周波数を高くして、制御の安定性を向上させることができる。この場合、高速回転域では、内燃機関音も大きいために、三相交流機の騒音が小さくなるため、スイッチング周波数の変動幅を小さくしても特に問題はない。

【0042】また、請求項8に対応する発明では、上記請求項1乃至請求項7のいずれか1項に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいて、内燃機関と結合する三相交流機としては、誘導電動機、または同期電動機を用いている。

【0043】従って、請求項8に対応する発明のハイブ

10

リッド車用インバータシステムにおいては、内燃機関と結合する三相交流機として、誘導電動機、または同期電動機を用いることにより、三相交流機に、誘導電動機または同期電動機を使用した場合のどちらにもスムーズに対応して、前述の場合と同様の作用を奏することができる。

【0044】さらに、請求項9に対応する発明では、上記請求項1乃至請求項7のいずれか1項に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいて、インバータ回路をPWM制御動作させて三相交流機へ給電する場合に、インバータ回路が、力行運転、回生運転、または励磁運転のいずれかの制御を行なうように制御する手段を、前記制御回路に備えている。

20

【0045】従って、請求項9に対応する発明のハイブリッド車用インバータシステムにおいては、インバータ回路をPWM制御動作させて三相交流機へ給電の場合に、インバータ回路が、力行運転、回生運転、または励磁運転のいずれかの制御を行なうようにすることにより、インバータ回路は、力行運転、回生運転、または励磁運転のいずれかの運転モードとなり、システム全体の運転性能を向上できるため、結果としてシステム全体の効率をより一層高めることができる。

【0046】以上により、インバータの効率向上ならびに三相交流機の騒音低減を図ることが可能となり、高信頼性のハイブリッド車用インバータシステムを得ることができる。

【0047】

30

【発明の実施の形態】本発明は、三相交流機が所定の速度以下の場合に、昇降圧チョッパ回路の昇圧動作を停止し、直流電圧を二次電池電圧とほぼ等しくしてインバータ回路をPWM制御動作させるように制御するか、または、内燃機関が最低速度のアイドル回転状態で三相交流機が運転されている場合に、昇降圧チョッパ回路の昇圧動作を停止し、直流電圧を二次電池電圧とほぼ等しくしてインバータ回路をPWM制御動作させるように制御するか、もしくは、内燃機関が最低速度のアイドル回転状態の場合に、昇降圧チョッパの昇圧動作を停止し、インバータ回路のPWM制御周波数をアイドル回転速度に見合った周波数に下げてPWM動作させるように制御することにより、インバータの効率向上と、三相交流機の騒音低減を図ろうとするものである。

40

【0048】以下、上記のような考え方に基づく本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0049】（第1の実施の形態）図1は、本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムの構成例を示す回路図であり、図9と同一要素には同一符号を付して示している。

50

【0050】図1において、本実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムは、ガソリンエンジン、ディ

ーゼルエンジン等の内燃機関 1 に結合した三相交流機 2 と、充放電可能な蓄電池等の二次電池 5 と、この二次電池 5 からの出力電圧を開閉器 6 およびエネルギー吸収用の昇降圧リアクトル 7 を介して所望の直流電圧へ昇圧、また直流電圧を二次電池 5 電圧へ降圧する昇降圧チョップ回路 4 9 と、昇降圧チョップ回路 4 9 からの出力電圧を平滑する直流コンデンサ 4 7 と、直流コンデンサ 4 7 により平滑された電圧を交流に変換し、この交流電圧を三相交流機 2 へ供給して駆動するインバータ回路 4 0 と、昇降圧チョップ回路 4 9 およびインバータ回路 4 0 を制御する制御回路 4 8 とから構成している。

【0051】なお、インバータ回路 4 0 と、直流コンデンサ 4 7 と、制御回路 4 8 と、昇降圧チョップ回路 4 9 とから、インバータ 4 を構成している。

【0052】ここで、昇降圧チョップ回路 4 9 は、上側、下側の複数の半導体素子 4 9 a、4 9 b を直列接続してなっている。

【0053】また、インバータ回路 4 0 は、複数の半導体素子 4 1 ~ 4 6 をブリッジ接続してなっている。

【0054】さらに、制御回路 4 8 は、ハイブリッド車の発進加速時に、二次電池 5 の蓄電エネルギーで内燃機関 1 をトルクアシストするように、インバータ回路 4 0 により三相交流機 2 を制御するように制御する機能と、三相交流機 2 が所定の速度以下の場合に、昇降圧チョップ回路 4 9 の昇圧動作を停止し、すなわちチョッピング動作を止めて上アームの半導体素子だけを連続的に導通させることで、直流電圧を二次電池 5 電圧とほぼ等しくしてインバータ回路 4 0 を PWM 制御動作させるように制御する機能とを有している。

【0055】次に、以上のように構成した本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムの作用について、図 2 に示すタイムチャート図を用いて説明する。

【0056】いま、図 2 の時刻  $t_1$  において、起動指令が入力されると、開閉器 6 をオンし、速度基準信号にしたがって制御回路 4 8 からインバータ回路 4 0 の各半導体素子 4 1 ~ 4 6 へゲート信号が出力され、インバータ 4 は、所定の出力周波数 ( $f - 1 \text{ NV}$ ) で、負荷である三相交流機 2 を駆動する。

【0057】この段階では、昇降圧チョップ回路 4 9 は、上側の半導体素子 4 9 a のみオンして、二次電池 5 から電力を負荷である三相交流機 2 へ供給する。

【0058】したがって、直流電圧としては、二次電池 5 電圧とほぼ等しい電圧がインバータ回路 4 0 に供給される。

【0059】次に、図 2 の時刻  $t_1$  において、速度基準信号の大きさが所定のレベル (図 2 の  $L_1$ ) 以上になった時に、昇降圧チョップ回路 4 9 の上側、下側の半導体素子 4 9 a、4 9 b をスイッチング動作させて、直流電圧を昇圧させるようにインバータ回路 4 0 を制御する。

【0060】例えば、三相交流機 2 の定格電圧を AC 4

00 V とすると、直流電圧 600 V 程度で PWM 制御する必要があるが、二次電池 5 電圧が 300 V の場合でも昇圧せずに、約 50 % の AC 200 V まで出力することができる。

【0061】したがって、50 % 程度の速度まで昇降圧チョップ回路 4 9 を動作させないですむので、インバータ 4 の損失を低減することができる。

【0062】さらに、PWM 電圧波形のピーク値は 50 % となるので、三相交流機 2 の磁気音も低減することができる。

【0063】上述したように、本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムでは、三相交流機 2 が所定の速度以下の場合には、昇降圧チョップ回路 4 9 の昇圧チョップ動作を停止しておくようにしているので、インバータ 4 の損失を低減して効率を向上することができると同時に、三相交流機 2 の騒音 (磁気音) も低減することが可能となる。

【0064】(第 2 の実施の形態) 本実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムの回路構成は、前記図 1 と同様であり、制御回路 4 8 の有する機能が一部異なっている。

【0065】すなわち、制御回路 4 8 は、前述した三相交流機 2 が所定の速度以下の場合に、昇降圧チョップ回路 4 9 の昇圧動作を停止し、直流電圧を二次電池 5 電圧とほぼ等しくしてインバータ回路 4 0 を PWM 制御動作させるように制御する機能の代りに、内燃機関 1 が最低速度のアイドリング運転状態で三相交流機 2 が運転されている場合に、昇降圧チョップ回路 4 9 の昇圧動作を停止し、すなわちチョッピング動作を止めて上アームの半導体素子だけを連続的に導通させることで、直流電圧を二次電池 5 電圧とほぼ等しくしてインバータ回路 4 0 を PWM 制御動作させるように制御する機能を有するものとしている。

【0066】次に、以上のように構成した本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムの作用について、図 3 に示すタイムチャート図を用いて説明する。

【0067】なお、前記第 1 の実施の形態の作用と同一部分の作用についてはその説明を省略し、ここでは異なる部分の作用についてのみ述べる。

【0068】すなわち、図 3 に示すように、内燃機関 1 が最低速度の状態、内燃機関 1 のアイドリング運転状態時のみの間、昇圧チョップ動作を停止しておくように制御することにより、車両が停止中のアイドリング状態時のインバータ 4 の損失を低減することができる。

【0069】さらに、PWM 制御動作するインバータ 4 固有の高周波磁気音も低減することができる。

【0070】上述したように、本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムでは、内燃機関 1 が最低速度のアイドリング運転状態で三相交流機 2 が運転されている場合には、昇降圧チョップ回路 4 9 の昇圧チョ

ッパ動作を停止しておくようにしているので、車両が停止中のアイドリング状態時のインバータ4の損失を低減して効率を向上することができると同時に、インバータ4固有の高周波磁気音も低減することが可能となる。

【0071】（第3の実施の形態）本実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムの回路構成は、前記図1と同様であり、制御回路48の有する機能が一部異なっている。

【0072】すなわち、制御回路48は、前述した三相交流機2が所定の速度以下の場合に、昇降圧チョッパ回路49の昇圧動作を停止し、直流電圧を二次電池5電圧とほぼ等しくしてインバータ回路40をPWM制御動作させるように制御する機能の代りに、内燃機関が最低速度のアイドリング運転状態の場合に、昇降圧チョッパの昇圧動作を停止し、インバータ回路のPWM制御周波数をアイドリング運転速度に見合った周波数に下げてPWM動作させるように制御する機能を有するものとしている。

【0073】次に、以上のように構成した本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムの作用について、図4に示すタイムチャート図を用いて説明する。

【0074】なお、前記第1の実施の形態の作用と同一部分の作用についてはその説明を省略し、ここでは異なる部分の作用についてのみ述べる。

【0075】すなわち、図4に示すように、インバータ4のスイッチング周波数（ $p\text{-INV}$ ）を、アイドル運転状態以下の速度では一定周波数に下げておき、アイドル運転状態以上の速度になった場合には、スイッチング周波数を増加させるように制御することにより、アイドリング運転状態以下の速度でのインバータ4の損失を低減して効率を向上することができる。

【0076】上述したように、本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムでは、内燃機関1が最低速度のアイドリング運転状態の場合には、昇降圧チョッパ回路49の昇降圧チョッパの昇圧動作を停止し、インバータ回路40のPWM制御周波数をアイドリング運転速度に見合った周波数に下げてPWM動作させるようにしているので、アイドリング運転状態以下の速度でのインバータ4の損失を低減して効率を向上することが可能となる。

【0077】（第4の実施の形態）本実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムの回路構成は、前記図1と同様であり、制御回路48の有する機能が一部異なっている。

【0078】すなわち、制御回路48は、前記第1の実施の形態の機能に加えて、インバータ回路40のPWM制御周波数を、所定の周波数範囲で所定の周期で正弦波状に変調させる機能を有するものとしている。

【0079】次に、以上のように構成した本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムの作用につ

いて、図5に示すタイムチャート図を用いて説明する。

【0080】なお、前記第1の実施の形態の作用と同一部分の作用についてはその説明を省略し、ここでは異なる部分の作用についてのみ述べる。

【0081】すなわち、図5に示すように、インバータ4のスイッチング周波数（ $p\text{-INV}$ ）を、ある一定周期の正弦波で可変することにより、スイッチング周波数を変化させて、三相交流機2の電磁騒音を低減することができる。

10 【0082】上述したように、本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムでは、インバータ回路40のPWM制御周波数を、所定の周波数範囲で所定の周期で正弦波状に変調させるようにしているので、スイッチング周波数を変化させて、三相交流機2の電磁騒音を低減することが可能となる。

【0083】（第5の実施の形態）本実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムの回路構成は、前記図1と同様であり、制御回路48の有する機能が一部異なっている。

20 【0084】すなわち、制御回路48は、前記第1の実施の形態の機能に加えて、インバータ回路40のPWM制御周波数を、所定の周波数範囲で乱数的に変調させる機能を有するものとしている。

【0085】次に、以上のように構成した本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムの作用について、図6に示すタイムチャート図を用いて説明する。

【0086】なお、前記第1の実施の形態の作用と同一部分の作用についてはその説明を省略し、ここでは異なる部分の作用についてのみ述べる。

30 【0087】すなわち、図6に示すように、インバータ4のスイッチング周波数（ $p\text{-INV}$ ）を、乱数により（規則性を持たせないで）可変することにより、三相交流機2の電磁騒音を低減することができる。

【0088】この場合、特に乱数とすることにより、前記第4の実施の形態のように一定周期で変化する場合よりも、スイッチングの変化の割合が大きくなり、より一層三相交流機2の電磁騒音を低減することができる。

【0089】上述したように、本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムでは、インバータ回路40のPWM制御周波数を、所定の周波数範囲で乱数的に変調させるようにしているので、スイッチング周波数を変化させて、三相交流機2の電磁騒音をより一層低減することが可能となる。

40 【0090】（第6の実施の形態）本実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムの回路構成は、前記第1乃至第5のいずれかの実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムにおいて、内燃機関1の回転数を検出する回転数検出器を付加し、さらに制御回路48は、前記第1乃至第5のいずれかの実施の形態の機能に加えて、回転数検出器からの出力信号に基づいて、三相交流

機2が所定の速度以下またはアイドル運転状態であることを判別した場合に、昇降圧チョッパ回路49の昇圧動作を停止させるように制御する機能を有するものとしている。

【0091】次に、以上のように構成した本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムの作用について説明する。

【0092】なお、前記第1の実施の形態の作用と同一部分の作用についてはその説明を省略し、ここでは異なる部分の作用についてのみ述べる。

【0093】すなわち、内燃機関1の回転数を検出する検出器からの出力信号を制御回路48に取り込み、三相交流機2が所定の速度以下またはアイドル運転状態にあることを判別して、昇降圧チョッパ回路49の昇圧動作を停止するように制御することにより、内燃機関1との精度の高いマッチングを行なうことができる。

【0094】上述したように、本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムでは、内燃機関1の回転数を検出し、この回転数を基に三相交流機2が所定の速度以下またはアイドル運転状態であることを判別した場合には、昇降圧チョッパ回路49の昇圧動作を停止させるようにしているので、内燃機関1との精度の高いマッチングを行なうことが可能となる。

【0095】（第7の実施の形態）本実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムの回路構成は、前記図1と同様であり、制御回路48の有する機能が一部異なっている。

【0096】すなわち、制御回路48は、前記第4の実施の形態の機能に加えて、インバータ回路40のPWM制御周波数を所定の周波数範囲で所定の周期で変調させる場合に、三相交流機2の速度増加に伴なって振幅を狭くしていくように変調する機能を有するものとしている。

【0097】次に、以上のように構成した本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムの作用について、図7に示すタイムチャートを用いて説明する。

【0098】なお、前記第4の実施の形態の作用と同一部分の作用についてはその説明を省略し、ここでは異なる部分の作用についてのみ述べる。

【0099】すなわち、図7に示すように、内燃機関1の回転数が高くなるにしたがって、スイッチング周波数の振幅（PH-PL）の幅を狭くしていくことにより、高速回転域でのスイッチング周波数を高くして、制御の安定性を向上させることができる。

【0100】この場合、高速回転域では、内燃機関1音も大きいために、三相交流機2の騒音が小さくなるため、スイッチング周波数の変動幅を小さくしても特に問題は無い。

【0101】上述したように、本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムでは、インバータ回路

40のPWM制御周波数を所定の周波数範囲で所定の周期で変調させる場合に、三相交流機2の速度増加に伴なって振幅を狭くしていくようにしているので、変調する高速回転域でのスイッチング周波数を高くして、制御の安定性を向上させることが可能となる。

【0102】（第8の実施の形態）本実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムの回路構成は、前記図1と同様であり、前記内燃機関1と結合する三相交流機2として、誘導電動機、または同期電動機を用いるようにしている。

【0103】次に、以上のように構成した本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムにおいては、内燃機関1と結合する三相交流機2として、誘導電動機、または同期電動機を用いていることにより、三相交流機2に、誘導電動機または同期電動機を使用した場合のどちらにも対応して、前述した各実施の形態の場合と同様の作用を奏することができる。

【0104】上述したように、本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムでは、内燃機関1と結合する三相交流機2として、誘導電動機、または同期電動機を用いるようにしているので、三相交流機2に、誘導電動機または同期電動機を使用した場合のどちらにもスムーズに対応して、前述の効果を奏することが可能となる。

【0105】（第9の実施の形態）本実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムの回路構成は、前記図1と同様であり、制御回路48の有する機能が一部異なっている。

【0106】すなわち、制御回路48は、前記第1の実施の形態の機能に加えて、インバータ回路40をPWM制御動作させて三相交流機2へ給電する場合に、インバータ回路40が、力行運転、回生運転、または励磁運転のいずれかの制御を行なうように制御する機能を有するものとしている。

【0107】次に、以上のように構成した本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムにおいては、インバータ回路40をPWM制御動作させて三相交流機2へ給電する場合に、インバータ回路40は、力行運転、回生運転、または励磁運転のいずれかの制御を行なうようにしていることにより、インバータ回路40は、力行運転、回生運転、または励磁運転のいずれかの運転モードとなり、力行運転モードではトルクアシストすることができ、回生運転モードでは充電することができ、励磁運転モードでは予備励磁によりレスポンス（応答）をよくすることができる。

【0108】これにより、システム全体の運転性能を向上できるため、結果としてシステム全体の効率をより一層高めることができる。

【0109】上述したように、本実施の形態によるハイブリッド車用インバータシステムでは、インバータ回路

40をPWM制御動作させて三相交流機2へ給電する場合に、インバータ回路40は、力行運転、回生運転、または励磁運転のいずれかの制御を行なうようにしているので、インバータ回路40は、力行運転、回生運転、または励磁運転のいずれかの運転モードとなり、システム全体の運転性能を向上できるため、結果としてシステム全体の効率をより一層高めることが可能となる。

#### 【0110】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のハイブリッド車用インバータシステムによれば、三相交流機が所定の速度以下の場合に、昇降圧チョップ回路の昇圧動作を停止し、直流電圧を二次電池電圧とほぼ等しくしてインバータ回路をPWM制御動作させるように制御するか、または内燃機関が最低速度のアイドリング運転状態で三相交流機が運転されている場合に、昇降圧チョップ回路の昇圧動作を停止し、直流電圧を二次電池電圧とほぼ等しくしてインバータ回路をPWM制御動作させるように制御するか、もしくは内燃機関が最低速度のアイドリング運転状態の場合に、昇降圧チョップの昇圧動作を停止し、インバータ回路のPWM制御周波数をアイドリング運転速度に見合った周波数に下げてPWM動作させるように制御するようにしているので、インバータの効率向上ならびに三相交流機の騒音低減を図ることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるハイブリッド車用インバータシステムの第1乃至第9の実施の形態を示す回路図。

【図2】本発明による第1の実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムにおける作用を説明するためのタイムチャート図。

【図3】本発明による第2の実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムにおける作用を説明するためのタイムチャート図。

【図4】本発明による第3の実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムにおける作用を説明するための

タイムチャート図。

【図5】本発明による第4の実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムにおける作用を説明するためのタイムチャート図。

【図6】本発明による第5の実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムにおける作用を説明するためのタイムチャート図。

【図7】本発明による第7の実施の形態のハイブリッド車用インバータシステムにおける作用を説明するためのタイムチャート図。

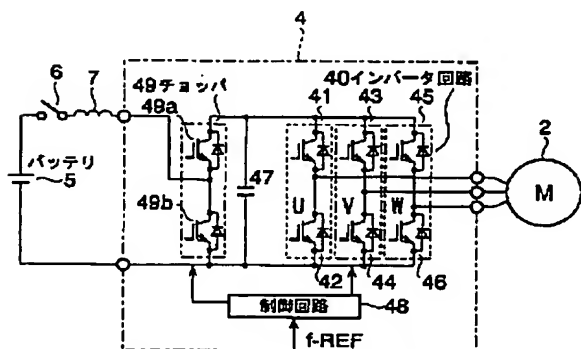
【図8】ハイブリッド自動車の駆動部の構成例を示す概要図。

【図9】従来のハイブリッド車用インバータシステムの構成例を示す回路図。

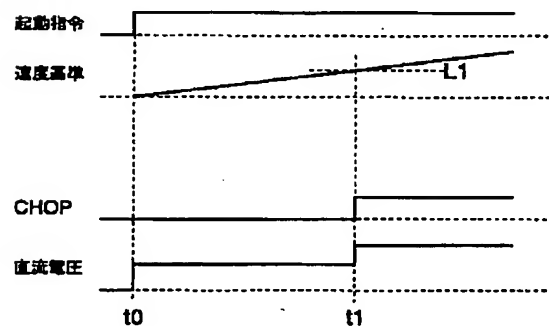
#### 【符号の説明】

- 1…内燃機関、
- 2…三相交流機、
- 3…トランスミッション、
- 4…インバータ、
- 40…インバータ回路、
- 41…半導体素子、
- 42…半導体素子、
- 43…半導体素子、
- 44…半導体素子、
- 45…半導体素子、
- 46…半導体素子、
- 47…直流コンデンサ、
- 48…制御回路、
- 49…昇降圧チョップ回路、
- 49a…半導体素子、
- 49b…半導体素子、
- 5…二次電池、
- 6…開閉器、
- 7…昇降圧リアクトル。

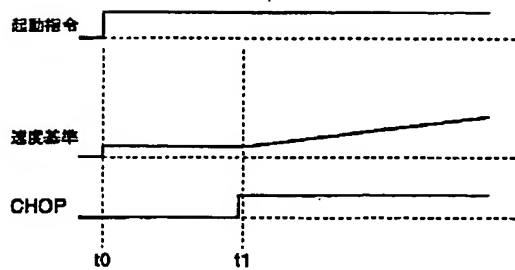
【図1】



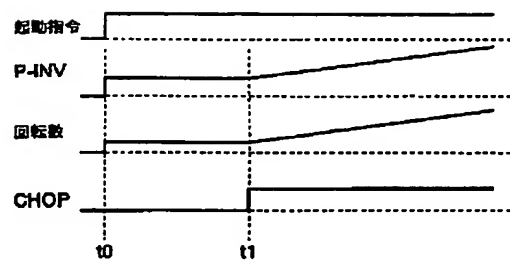
【図2】



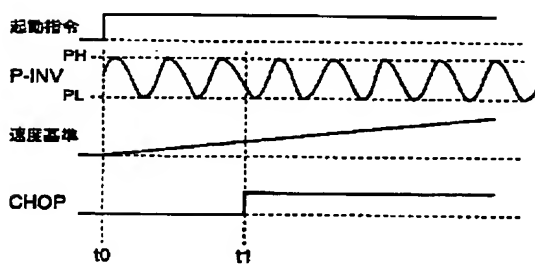
【図 3】



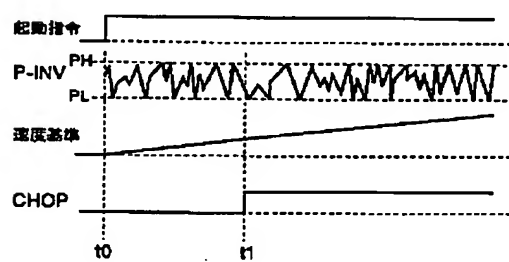
【図 4】



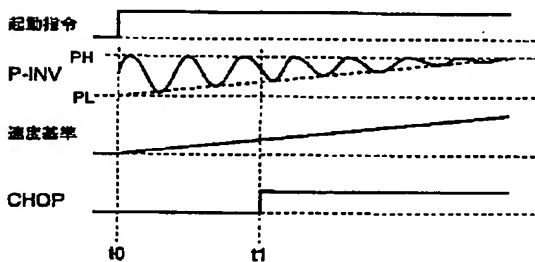
【図 5】



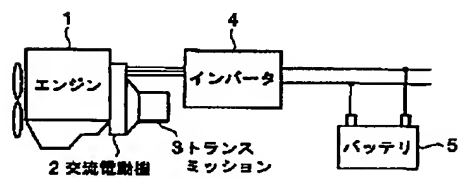
【図 6】



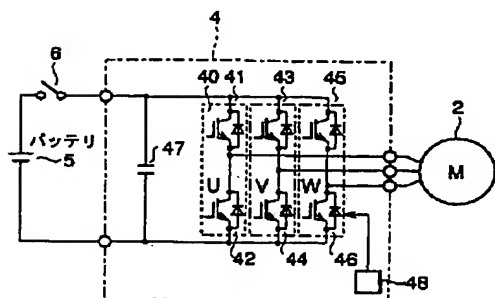
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 市川 耕作  
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中事業所内  
(72)発明者 土方 禎人  
東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野  
自動車株式会社内  
(72)発明者 清水 邦敏  
東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野  
自動車株式会社内

Fターム(参考) 5G003 AA07 BA01 CA14 FA06 GB03  
GB06  
5H030 AA03 AA04 AS08 BB01 BB10  
BB21 FF43  
5H115 PA05 PA11 PA13 PC06 PG04  
PI16 PI24 PI29 P002 P006  
P017 PU09 PU10 PU23 PU25  
PV03 PV09 QE01 QE02 QE03  
QE10 Q104 QN06 RB22 SE04  
SE10 TB01 TE02

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**